

Multi/Touch/Device MindMapper: **Digitalisierung von Kreativprozessen**

Natural User Interfaces für kollaborative Mehrbenutzer-Software am Beispiel einer *Mind-Mapping*-Anwendung

Zusammenfassung

Dieser Beitrag stellt den *Multi/Touch/Device MindMapper (MTD MindMapper)* vor: eine *Mind-Mapping-Umgebung* aus *Smartphones* und *Tabletop-System*. In einen digitalen Prozess zur kreativen Ideenfindung werden bekannte Metaphern der analogen Welt in ein *Natural User Interface (NUI)* integriert. Anhand der Ergebnisse einer ersten Evaluation der prototypischen Umsetzung werden Herausforderungen und Möglichkeiten einer modernen, benutzerfreundlichen Implementierung computer-gestützter Systeme zur kollaborativen Zusammenarbeit diskutiert.

Abstract

In this paper we introduce *Multi/Touch/Device MindMapper (MTD MindMapper)*, a tabletop based environment for collaborative interactive creation of mind maps augmented by smartphones. This system integrates known real world metaphors into a Natural User Interface (NUI) which controls a digital process for the purpose of mind mapping. Based on preliminary evaluation results we discuss constraints and possibilities of modern user friendly interfaces for computer supported systems and collaborative work.

1. Einleitung

Kooperative Methoden zur Ideenfindung sind für Bildung, Forschung und wirtschaftliche Prozesse relevant; insbesondere werden explorative und kommunikative Techniken zur Erschließung und Strukturierung von Themen genutzt. Direkte Kommunikation und gemeinsames Arbeiten können in diesen Bereichen durch Computeranwendungen mit innovativen Interaktionsparadigmen unterstützt werden. Entsprechende Software kann und muss dabei effizient und effektiv gestaltet werden. Das Ziel muss eine intuitive Bedie-

nung der Werkzeuge sein, um kollaborative und kreative Prozesse benutzerfreundlich zu begleiten, nicht zu stören und positiv zu beeinflussen. Besondere Bedeutung erlangen die erwähnten Faktoren bei der Übertragung analoger Prozesse in digitale Umgebungen. Die direkte Digitalisierung der Eingaben, eine konsistente Speicherung und die asynchrone Weiterverarbeitung entstehender Daten lassen sich nur dann gewinnbringend nutzen, wenn allgemein geringe Einstiegshürden zu überwinden sind. Der transformierte Prozess selber soll bekannte und als positiv erachtete Aspekte des analogen Prozesses aufgreifen und dem Benutzer, wenn möglich, bekannte Metaphern und Interaktionsmöglichkeiten bieten.

Anhand des Beispiels einer Applikation zum kollaborativen Erstellen von *Mind-Maps* wird der Versuch dokumentiert, eine ‚analoge Kreativtechnik‘ mit bekannten Artefakten und Visualisierungstechniken in einen digitalen Kontext zu überführen [Will, 2012]. Dabei werden Aspekte von *Natural User Interfaces* [NUIs, Wigdor & Wixon 2011] und passende Metaphern genutzt, um ein intuitiv bedienbares Werkzeug mit positivem Benutzererlebnis zu generieren. Zusätzlich zu einem *Tabletop* werden *Smartphones* als persönliche Eingabeinstrumente zur Überwindung bekannter technischer Probleme des *Mind-Mapping*-Prozesses am *Tabletop* [Hinrichs, Hancock, Carpendale & Collins, 2007, McAdam & Brewster, 2009] in den Workflow integriert. Dadurch wird ebenfalls der Versuch unternommen, kritische Phasen im Gruppenprozess [Isaksen, 1998] zu umgehen. Im Folgenden werden relevante Aspekte des *Mind-Mappings* und der *state of the art* vorgestellt (Kap. 2). Zentrale Charakteristika von *Tabletops* und *Natural User Interfaces* erläutert Kap. 3. Nach der Beschreibung unseres Prototyps (Kap. 4) werden abschließend auf der Basis erster Evaluationsergebnisse dessen Herausforderungen und Möglichkeiten diskutiert (Kap. 5). Die Diskussion des digitalen *Mind-Mapping*-Prozesses und die vorgestellte Evaluationsstudie ist bewusst in einem direkten Vergleich zwischen analogem Whiteboard und *Tabletop* angesiedelt und zieht keine der zahlreich vorhandenen *Desktop*-Lösungen für das computergestützte *Mind-Mapping* mit ein. Die Möglichkeit der Anfertigung von *Mind-Maps* auf dem Computer ist bekannt. Untersucht wird hier ob durch den neuen Formfaktor des *Tabletops*, die Nutzung eines *NUI* und die Integration der *Smartphone*-Komponente eine gleichwertige bzw. bessere Alternative zur analogen Technik geschaffen werden kann.

2. Verwandte Arbeiten

Mind-Mapping wurde erstmals 1974 von Tony Buzan in einer Reihe von verschiedenen Lern- und Gedächtnistechniken beschrieben [Buzan 1974]. Es handelt sich um den Aufbau und die Visualisierung von Assoziationsstrukturen um einen zentralen Begriff oder eine zentrale Idee. Die Assoziationen oder Ideen werden dabei, zum Zweck der Generierung und Strukturierung von Ideen, als Texte oder Piktogramme in einer radialen Struktur um das Zentrum angeordnet. Geschka charakterisiert *Mind-Mapping* als Kreativitätstechnik mit wesentlichem Beitrag zum Problemlösungsprozess [Geschka 2007]. *Mind-Mapping* ist aber nicht nur eine Technik zur kreativen Ideenfindung, sondern kann auch zur Analyse und Strukturierung von Wissen, sowie in Lehr- und Lernsituationen eingesetzt werden [Buzan & Buzan 2002]. Hierbei dient es als Klassifikationswerkzeug zur visuellen Zusammenfassung von Texten. Mandl und Fischer argumentieren, dass *Mind-Mapping* sein Potential vor allem in Gruppensituationen entfalten kann. Dort wird kooperatives Lernen durch die kollaborative Strukturierung und Visualisierung eines Problemraums unterstützt [Mandl & Fischer 2000]. In diesem Kontext ist eine Software wie der *MTD MindMapper*, die eine digitale Umsetzung von *Mind-Mapping* vornimmt, auch in der Tradition der *Computer Supported Collaborative Work* (CSCW) zu sehen, ein Forschungsbereich, der sich seit seiner Formierung mit Systemen zur computergestützten, kollaborativen Gruppenarbeit beschäftigt [Schmidt, 2011].

Die Möglichkeiten großformatiger, direkt-manipulativer Bildschirme zur kollaborativen Arbeit an digitalen Inhalten werden bereits seit Längerem untersucht [Elrod et al. 1992]. Dabei sind auch *Mind-Mapping*-Anwendungen für vertikale Bildschirmsysteme entwickelt worden [Prante, Magerkurth & Streitz, 2002]. [Kim 2006] überträgt die Erstellung der *Mind-Map* auf eine horizontale *Tabletop*-Oberfläche und nutzt zur Visualisierung digitale *Post-its* als realweltliche Metaphern. *Multi-Touch*-Interaktion und damit die *Multi-User*-Unterstützung zur gemeinsamen und gleichzeitigen Arbeit an digitalen *Mind-Maps* findet sich bei [Altorfer 2007]. Dort wird auch die Unterstützung und Unterscheidung privater und öffentlicher Arbeitsbereiche implementiert. [Hunter & Maes, 2008] erweitern die Interaktion im Ideengenerierungs-Prozess durch *multi-touch* basierte, intuitive Wischgesten. [Donker & Meixner, 2009] ergänzen die Texteingabe per Eingabestift durch die Integration virtueller Tastaturen in den computer-

gestützten *Mind-Mapping*-Prozess ihrer *Tabletop*-Anwendung. Kabellose und persönliche, physikalische Eingabegeräte finden sich erstmals bei [Clayphan et al., 2011]. Das Setup sieht simultan nutzbare Tastaturen für jeden Benutzer vor und erlaubt dadurch hinsichtlich der Eingabe neuer *Mind-Map*-Knoten die Identifikation und Zuordnung des Autors. Bei den vorgestellten Projekt handelt es sich in der Regel um reine Forschungsprototypen. Kommerzielle Produkt für die Ideengenerierung auf dem *Tabletop* fehlen aufgrund der geringen Verbreitung der Geräte. Eine der wenigen Ausnahmen stellt die Firma nsquared [www.nsquaredsolutions.com] da, die eine entsprechende Applikation für Microsofts *Pixel Sense* anbietet.

3. Natural User Interfaces für *Tabletop*-Anwendungen

Der Begriff *Tabletop* (engl. „Tischoberfläche“) wird seit 2001 in einem technischen Kontext gebraucht, um ein interaktives System zu beschreiben, welches aus einem überdurchschnittlich großen, horizontal ausgerichteten Display besteht, und durch die Möglichkeit der Bedienung mit digitalen Stiften, Berührungen oder physikalischen Objekten (*Tangibles*) sowohl als Ein- als auch als Ausgabemedium dient [Müller-Tomfelde & Fjeld 2010]. Frühe, im Forschungskontext entstandene Systeme (ca. 1990-2001) [Wellner 1993; Streitz et al. 1999] erlaubten nur die Interaktion einzelner Personen mit dem System und konnten nur einfache *Single-Touch*-Gesten wie *Single*-, *Double-Tap* und *Drag-and-Drop* verarbeiten. Aktuelle (ab 2001), auch kommerziell erhältliche Systeme wie der *DiamondTouch*, der Microsoft *Surface* oder der im Rahmen der MTD *MindMapper* Umsetzung verwendete *Evoluce ONE* ermöglichen hingegen die Verarbeitung komplexerer *Multi-Touch*-Gesten (Zoomen, Rotieren) sowie die gleichzeitige Interaktion mehrerer Personen. Durch diese Charakteristika sowie ihren allgemeinen Formfaktor eignen sich interaktive Tische gut zur Umsetzung von *Natural User Interfaces* [Wigdor & Wixon, 2011] die sich durch eine intuitiv und insbesondere leicht erlernbar Bedienung auszeichnen. Dies kann beispielsweise durch den Einsatz von realweltlichen Metaphern und das Übertragen bekannter analoger Prozesse und Interaktionsparadigmen in den digitalen Raum erreicht werden. *Tabletops* erlauben durch die Möglichkeit der direkten Interaktion mit digitalen Objekten – beispielsweise durch Gesten, die realen Handlungen entlehnt sind

– ein der Interaktion mit physikalischen Artefakten ähnliches Nutzererlebnis (*User Experience*) und stellen zudem die Vorteile digitaler Medien (Persistenz, Reproduzierbarkeit, flexible Änderbarkeit) zur Verfügung. Die horizontale Ausrichtung, Größe und gleichzeitige Bedienbarkeit von *Tabletops* prädestiniert diese Systeme für Anwendungsfälle wie dem gemeinsamen *Mind-Mapping*, bei denen die Arbeit in Gruppen im Vordergrund steht. Bekannte Probleme bei der kollaborativen Ideengenerierung wie Produktionsblockaden durch nicht-paralleles Arbeiten [Isaksen 1998] können durch die gleichzeitige, gleichberechtigte Interaktion mit dem *Tabletop* positiv beeinflusst werden. Insbesondere ermöglicht die gemeinsame direkte Manipulation von Interaktionsobjekten die Unterstützung von *Group (Activity) Awareness*, welche essentiell für den Erfolg von kollaborativer Arbeit ist. *Awareness* bezeichnet hier das Bewusstsein einzelner Gruppenteilnehmer um die Handlungen, die sie selbst und andere Gruppenmitglieder in Rahmen der Kollaboration ausführen sowie deren Effekte [Dourish & Bellotti 1993]. Dennoch können auch nachteilige technische sowie soziale Einflüsse auf die Ideengenerierung an einem *Tabletop* einwirken, wie etwa die begrenzte Anzahl von Teilnehmern an einem interaktiven Tisch, die erschwerte Eingabe von Texten, oder auch die eingeschränkte Verfügbarkeit individueller und privater Arbeitsbereiche. Diesen Problemfeldern soll der *MTD MindMapper* durch die Ergänzung des *Tabletops* um externe Eingabegeräte in Form von Smartphones Rechnung tragen.

4. MTD MindMapper

Ein *Multi-Device*-Szenario aus gemeinsamer Umsetzung von Kreativitätsprozessen am *Tabletop*, ergänzt durch die Möglichkeit, am Smartphone erfasste Ideen als *Mind-Map*-Knoten auf den Tisch zu ‚werfen‘, ist der Kern des Anwendungsfalles für den *MTD MindMapper* und setzt insoweit die existierende Forschung zu entsprechender *Roomware* [Prante, Magerkurth & Streitz, 2002] fort. Die prototypische Umsetzung des *MTD MindMapper* besteht aus zwei miteinander kommunizierenden Softwarekomponenten: Der auf dem *Java-Multi-Touch-Framework MT4j* aufbauenden *Tabletop*-Anwendung, entwickelt für ein *Evoluce ONE Tabletop*-System, sowie einer Applikation für *Android-Smartphones*, die über Bluetooth mit dem *Tabletop* verbunden wird. Auf dem *Tabletop* ist es dem Nutzer möglich, über (*Multi*-) *Touch*-Gesten Ideentexte in Form von digitalen *Post-its* zu erstellen, editie-

ren, rotieren und löschen sowie miteinander durch unidirektionale Beziehungen in Form von *Mind-Maps* zu verknüpfen. Die mobile Anwendung stellt einen zusätzlichen persönlichen Arbeitsbereich dar, der ebenfalls das Erstellen von Ideentexten ermöglicht, die auf den interaktiven Tisch übertragen werden können. Für die *Tabletop*-Applikation wurde mit der *Post-it*-Visualisierung auf eine aus dem Realweltkontext bekannte Darstellung von Ideentexten während *Brainstorming* oder *Mind-Mapping*-Sessions zurückgegriffen. Das verwendete (*Multi*-)*Touch*-Gesten-Set zur Manipulation der Ideenknoten wurde aus unterschiedlichen Quellen zusammengestellt: Es finden *Touch*-Gesten aus der *Smartphone*-Interaktion Verwendung, die als weit verbreitet und bekannt angesehen werden können (*Drag-and-Drop* zum Bewegen der *Post-its*, Rotieren mit zwei Fingern). Andere Gesten wurden bisherigen Systemen [Kim 2006; Hunter & Maes 2008] und Studien [Frisch

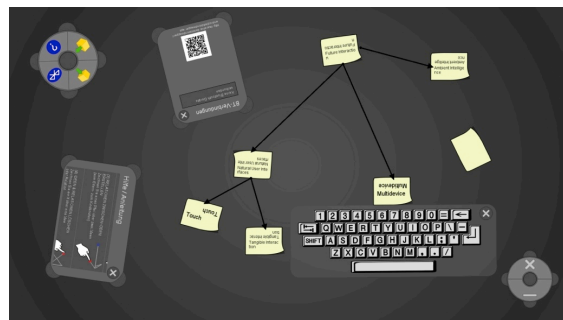


Abbildung 1: Screenshot des implementierten Tabletop-Prototypen mit Mindmap und Interaktionsele-

et al. 2009] zu Tabletops entlehnt: Die „*Fling*-Geste“ zum schnellen Bewegen von Items über den Arbeitsbereich, die Erstellung der Ideenknoten durch das Zeichnen eines Rechtecks, das Verknüpfen zweier Ideen über das Zeichnen eines Pfeiles oder das Löschen von *Post-its* und deren Verbindungen über das Zeichnen eines „X“ über dem zu löschenden Element. Zentrale Punkte der Entwicklung der Benutzerschnittstelle sind die Bedienbarkeit von allen Seiten des Tisches sowie die Möglichkeit der individuellen Segmentierung der Arbeitsoberfläche. Allgemeine Programmfunktionen wie das Speichern oder Laden einer *Mind-Map* oder das Anzeigen einer Hilfeübersicht für die im System verwendeten Gesten wurden in einem runden Menü gruppiert (in Abb. 1 links oben). Es ist – wie die einzelnen Ideentexte auch – frei rotier- und verschiebbar. Menüpunkte werden durch einfache, von allen Seiten erkennbare Ikonen repräsentiert. Eine Optimierung der Lesbarkeit der digitalen Notizzettel wird neben der Rotierbarkeit durch die Spiegelung der Ideen-

texte an deren horizontaler Achse erreicht (vgl. Abb. 1). Zudem werden neu erstellte Ideentexte je nach ihrer Position im Arbeitsbereich bereits automatisch in eine der vier primären Bedienrichtungen ausgerichtet. Von den externen Geräten übertragene Ideen werden in der Mitte des Arbeitsbereiches mit einer die *Awareness* der Gruppe unterstützenden Animation als *Post-its* erstellt. Die Bildelemente wurden zudem groß genug gestaltet, um *Okklusion* (Verdeckung des Elementes durch die auslösende Hand) bei der Auswahl weitgehend zu verhindern. Feedback an den Benutzer wird beispielsweise durch die Visualisierung des aktuellen Berührungspunktes oder auch durch die farbliche Kennzeichnung einer ausgeführten Geste gegeben. Abhängig von deren Erfolg werden die Gestenpfade entsprechend eingefärbt. (Geste nicht erkannt – rot, Geste erkannt, jedoch keine Aktion möglich – gelb, Geste erkannt und Aktion erfolgt – grün).

5. Vergleichsstudie Whiteboard vs. Tabletop

Der Prototyp wurde während der Implementierung in unterschiedlichen Ausbaustufen informellen Benutzertests unterzogen. Mit der abschließenden Umsetzung des lauffähigen Prototyps, der die zentralen Funktionen in einem abgeschlossenen Workflow integriert, wurde eine Evaluationsstudie durchgeführt. Untersucht wurde die Portierung des analogen *Mind-Mapping*-Prozesses in eine digitale Repräsentation. Die im Folgenden beschriebene Benutzerstudie wurde konzipiert, um zu überprüfen, ob diese Übertragung auf ein *Tabletop*-System erfolgreich ist, ob die dabei erzielten *Mind-Maps* mit ihrem nicht-digitalen Pendant vergleichbar sind und der modifizierte Prozess von den Benutzern akzeptiert wird.

5.1 Studiendesign

Für die Studie erstellten Testgruppen mit jeweils drei Teilnehmern kooperativ Mindmaps und nutzten dabei sowohl einen klassischen Aufbau - bestehend aus einem gemeinsam genutzten Whiteboard - als auch die *Tabletop*-Software mit *Smartphones*. Dabei verwendete jede Testgruppe beide Systeme nacheinander für unterschiedliche Themen. Im Anschluss an jeden Durchlauf wurden die Probanden zu ihren Eindrücken befragt und bewerteten zentrale Kriterien wie Lesbarkeit der *Mind-Map*, Aufwand bei Erstellung

und Manipulation, Kooperation innerhalb der Gruppe oder die perspektivische Weiterverwendung der erstellten Inhalte. Die Fragen adressieren dabei bewusst allgemeine Arbeitsschritte im Ablauf des *Mind-Mappings*, da die beiden Paradigmen - analoges *Whiteboard* versus digitaler *Tabletop* - sich nur schwer spezifisch gegeneinander validieren lassen. Untersucht wird der invariante kollaborative Prozess der Ideenfindung und wie dieser von den verschiedenen Systemen unterstützt und von den Benutzern empfunden und bewertet wird. Abstrahierende Fragen erlauben hierbei die vergleichende Untersuchung beider Systeme. Für die Bewertung wurde ein Fragebogen als semantisches Differential in Anlehnung an den AttrakDiff [www.attrakdiff.de] entwickelt. Die Probanden ordnen dabei ihre Meinung bezüglich einer Aussage oder Fragestellung jeweils auf einer siebenstufigen Likert-Skala an, deren Endpunkte von einem gegensätzlichen Wortpaar beschriftet war, das von links nach rechts negative bis positive Empfindungen ausdrückt. Die vorliegende Studie ersetzt keinen detaillierten Usability-Test des Systems, der separat zu erfolgen hat und die spezifischen Interaktions-

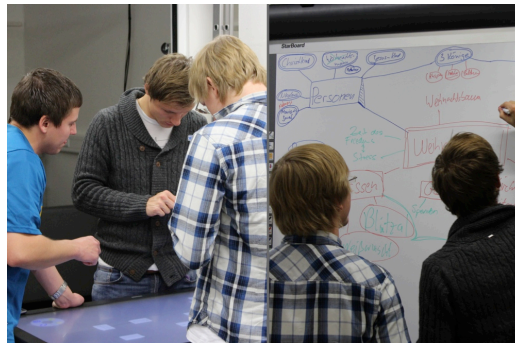


Abbildung 2: Testgruppe: Links mit Tabletop, rechts am Whiteboard

komponenten des *Tabletop*-Systems genauer validieren kann. Die Probanden erhielten zu Beginn eine Einführung in das *Mind-Mapping* und absolvierten anschließend zwei jeweils 15minütige Sitzungen an den unterschiedlichen Systemen. Die Reihenfolge der Systeme sowie der Themen der *Mind-Maps* variierten hierbei. Die Gruppen wurden angewiesen ein Thema mittels *Mind-Map* zu erschließen. Vorgegeben wurden die wenig komplexen Themen ‚Fussball‘ und ‚Weihnachten‘. Erwartet wurde, dass solche Ausdrücke der Gruppe das Erstellen der *Mind-Maps* vereinfachen bzw. ermöglichen würden.

5.2 Auswertung und Ergebnisse

Die Auswertung des ersten Testdurchlaufs zeigt, dass die Nutzer naheliegende Vorteile des digitalisierten Prozesses erkennen und schätzen, problematische Interaktionssequenzen und fehleranfällige Teilbereiche den Gesamteindruck jedoch sehr stark negativ beeinflussen. Darüber hinaus wird evaluiert, dass Aspekte wie „Lesbarkeit der einzelnen Texte“, „Aufwand bei der Reorganisation der Mindmap“ oder „Fortführung der Arbeit an der *Mindmap* zu einem späteren Zeitpunkt“ für das *Whiteboard* negativ bewertet werden, während für den *Tabletop* hier neutrale („Lesbarkeit der einzelnen Texte“) bis positive Eindrücke erzielt werden. Das Hinzufügen neuer Ideen-Texte über den *Smartphone*-Client stieß auf Zustimmung: Der „Aufwand beim Hinzufügen neuer Ideen“ für die *Tabletop*-Applikation wurde durchweg als sehr gering eingeschätzt. Ebenfalls positiv eingeschätzt wird der Aufwand, die am *Tabletop* entstandene *Mind-Map* konsistent zu dokumentieren. Nach der allgemeinen Zufriedenheit mit den Bedienmöglichkeiten der Systeme, dem entstandenen Ergebnis sowie einer subjektiven Einschätzung gefragt, äußern sich die Probanden jedoch negativ gegenüber der *Tabletop*-Anwendung. Die Auswertung der Videoaufzeichnung der Testdurchläufe sowie eine abschließende, offene Befragung der Testpersonen zeigen den Grund für diese Bewertung. Die Nutzer erkennen den möglichen Mehrwert, sind jedoch unzufrieden mit der momentanen technischen Umsetzung. Kritisch wird hierbei die inkonsistente Gestenerkennung des verwendeten *Tabletop* bewertet. Das *Tracking-Interface* des Evoluce-Tisches scheiterte während der Tests oft an der Erkennung zusammenhängender Steuersignale. Dies führte dazu, dass Gesten zur Verbindung von Ideen oder dem Löschen von Knoten und Pfaden der *Mindmap* durch das System nicht erkannt wurden. Als besonders frustrierend empfanden die Benutzer dabei die daraus resultierende Wiederholung der Eingabe. Die Testpersonen bewerteten in der abschließenden Nachbefragung die Aussage, *Mind-Maps* seien „ein gutes Mittel zur Strukturierung von Gedanken und zur Sammlung von Ideen“ durchgängig positiv. Die Ergebnisse der *Tabletop*-Session werden als besser geeignet für eine Weiterverwendung angesehen; insgesamt ziehen die Probanden jedoch trotzdem und aufgrund der negativen Interaktionserlebnisse das klassische Whiteboard vor. Die Probanden zogen die Smartphones der virtuellen *Tastaturen* auf dem *Tabletop* vor und nutzten das persönliche Gerät zu Vordefinition von Ideen, die anschließend kollaborativ in die *Mind-Map* der Gruppe einsortiert wurden.

6. Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass die Übertragung analoger Kreativprozesse in einen digitalen *Workflow* grundsätzlich möglich ist, aber entsprechende Benutzerschnittstellen fehlertolerant gestaltet werden müssen. Der Mehrwert virtueller Umgebungen für den kollaborativen Ideenfindungsprozess und die Vorteile der digitalen Verfügbarkeit entstandener Ergebnisse werden von den Benutzern erkannt und positiv bewertet. Fehlerhaftes Systemverhalten wird jedoch nicht akzeptiert. Für eine Umsetzung kollaborativer, kommunikativer Gruppenarbeit an *Tabletop*-Systemen ist daher die Implementierung einer optimierten, im technischen Sinn fehlerfreien und benutzerfreundlichen Schnittstelle zwingende Voraussetzung. Die positiven Aspekte der Digitalisierung werden nur dann angenommen, wenn der Kreativprozess selbst ähnlich stabil abläuft wie das analoge Pendant. Vor diesem Hintergrund muss der prototypisch implementierte *MTD MindMapper* hinsichtlich der zugrundeliegenden Gestenerkennung weiterentwickelt werden. Mit einer verbesserten Software kann der beschriebene Versuchsaufbau wiederholt werden. Die Unterstützung des Gruppenprozesses durch personalisierte Client-Geräte stellt sich als positiv heraus und sollte in weiteren Studien stärker untersucht werden.

Literaturverzeichnis

- Altörfer, K. (2007). MindMap – Creative and collaborative MindMapping on a Sensitive Whiteboard. *Master Thesis. Universität Freiburg, Schweiz. Institut für Informatik.*
- Buzan, T. (1974). Use your head. BBC Further Education Advisory Council.
- Buzan, T. & Buzan, B. (2002). Das Mind-map-Buch. Die beste Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potenzials. MVG Verlag.
- Clayphan, A., Collins, A., Ackad, C. J., Kummerfeld, B. & Kay, J. (2011). Firestorm: a brainstorming application for collaborative group work at tabletops. *Technical Report Nr. 678. School of Information Technologies, University of Sydney.*

- Donker, H. & Meixner, A. (2009). Unterstützung von Kreativitätssitzungen an einem Tabletop-System. Wandke H. (Hrsg.). *Grenzenlos frei!? Proceedings Mensch und Computer 2009. Neunte fachübergreifende Konferenz an der Humboldt-Universität zu Berlin*. Oldenbourg, pp. 83–92.
- Dourish, P. & Bellotti, V. (1992). Awareness and coordination in shared workspaces. *Proceedings of the 1992 ACM conference on Computer supported cooperative work (CSCW '92)*, pp. 107–114.
- Elrod, S., Bruce, R., Gold, R., Goldberg, D., Halasz, F., Janssen, W. et al. (1992). Liveboard: a large interactive display supporting group meetings, presentations, and remote collaboration. *Proceedings of the sigchi conference on human factors in computing systems*, pp. 599–607.
- Frisch, M.; Heydekorn, J. & Dachzelt, R. (2009). Investigating multi-touch and pen gestures for diagram editing on interactive surfaces. *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS '09)*, pp. 149–156.
- Geschka, H. (2007). Kreativitätstechniken. Köhler, R. (Hrsg.): *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*. Schäffer-Poeschel, pp. 992–1005.
- Hinrichs, U., Hancock, M, Carpendale, S, & Collins, C. (2007). Examination of Text-Entry Methods for Tabletop Displays. *Second Annual IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human- Computer Systems (TABLETOP'07)*, pp. 105–112.
- Hunter, S. & Maes, P. (2008). WordPlay: A Table-Top Interface for Collaborative Brainstorming and Decision Making. Online: http://ambient.media.mit.edu/people/seth/publications/WordPlayFinal-IEEE_AffiliationIncluded.pdf
- Isaksen, S. G. (1998). A Review of Brainstorming Research: Six Critical Issues For Inquiry. *Monograph (302)*.
- Kim, D. (2006). BrainStorm: Entwurf und Implementierung einer direct-touch Schnittstelle für kreative Problemlösungen in lokalen Arbeitsgruppen. Projektarbeit. *Ludwig-Maximilians Universität München*. Online: <http://wiki.medien.ifi.lmu.de/view/Main/DavidKim>.

- Mandl, H. & Fischer, F. (2000). Mapping-Techniken in Lern- und Kooperationsprozessen. Mandl, H. & Fischer, F. (Hrsg.). *Wissen sichtbar machen. Mapping-Techniken für das Wissensmanagement in Lern- und Kooperationsprozessen*. Hogrefe, pp. 3–12.
- McAdam, C. & Brewster, S. (2009). Distal tactile feedback for text entry on tabletop computers. *Proceedings of the 23rd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Celebrating People and Technology* (BCS HCI '09), pp. 504–511.
- Müller-Tomfelde, C. & Fjeld, M. (2010). Introduction: A Short History of Tabletop Research, Technologies, and Products. Müller-Tomfelde, C. (Hrsg.). *Tabletops – Horizontal Interactive Displays (Human-Computer Interaction Series)*. Springer, pp. 1–24.
- Prante, T., Magerkurth, C. & Streitz, N. (2002). Developing CSCW tools for idea finding: empirical results and implications for design. *Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work* (CSCW '02), pp. 106–115.
- Schmidt, K. (2011). Cooperative Work and Coordinative Practices. In K. Schmidt (Hrsg.). *Cooperative Work and Coordinative Practices*. Springer London, pp. 3–27.
- Streitz, N. A. (2010). Foreword: From Furniture to Interaction Substrate. Müller-Tomfelde, C. (Hrsg.). *Tabletops – Horizontal Interactive Displays (Human-Computer Interaction Series)*, Springer, pp. v–viii.
- Wellner, P. D. (1993). *Interacting with paper on the DigitalDesk*. Dissertation. University of Cambridge.
- Wigdor, D. & Wixon, D. (2011). *Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture*. Morgan Kaufmann.
- Will, Sarah. (2012). Brainstorming und Mind-Mapping im Multi-Device-Kontext. Konzeption und prototypische Implementierung für Multi-Touch-Tabletop und Smartphone. Masterarbeit, Lehrstuhl für Informationswissenschaft, Universität Regensburg.